

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PLANIFICACIÓN DE RUTAS PARA CICLISTAS

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ANÁLISIS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

DENNIS ALEXIS NÚÑEZ JIMÉNEZ

dennis.nunez@epn.edu.ec

LUIS FERNANDO SANMARTÍN CARRILLO

luis.sanmartin@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. EDWIN GONZALO SALVADOR

edwin.salvador@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. LUZ MARINA VINTIMILLA

marina.vintimilla@epn.edu.ec

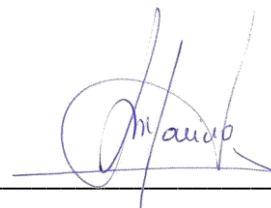
Quito, mayo 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por los Sres. Nuñez Jimenez Dennis Alexis y Sanmartín Carrillo Luis Fernando como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ANÁLISIS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS, bajo mi/nuestra supervisión:

Ing. Edwin Salvador.

DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Luz Marina Vintimilla

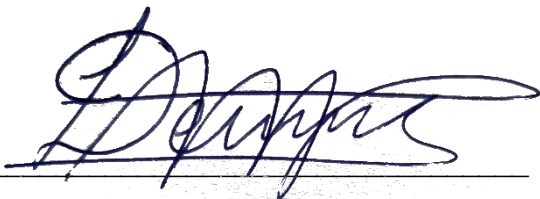
CODIRECTORA DEL PROYECTO

DECLARACION

Nosotros Núñez Jiménez con CI: 1726062829 y Sanmartín Carrillo Luis Fernando con CI: 1718409988 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

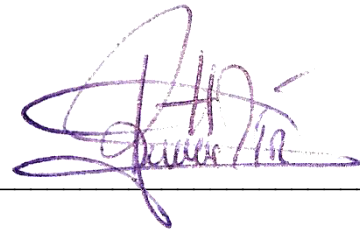
Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entrego/Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



Dennis Alexis Nuñez Jimenez

CI: 1726062829



Luis Fernando Sanmartín Carrillo

CI: 1718409988

RESUMEN

El presente proyecto de titulación comprende el desarrollo de una aplicación móvil y un sistema web para la planificación de rutas seguras de ciclistas. En el que mediante la aplicación móvil muestra las bicirutas seguras, gráficos estadísticos de los recorridos realizados y obtiene el trayecto del usuario en tiempo real usando geolocalización. Mientras que el sistema web ofrece opciones para: crear, modificar, eliminar y visualizar bici rutas.

El proyecto es realizado con las metodologías Extreme Programming (XP) y User Experience (UX). Las cuales permitieron tener un desarrollo ágil del trabajo en pareja y mejorar el funcionamiento e interacción de la aplicación móvil y el sistema web con el usuario. La realización de este trabajo contó con el framework de IONIC NATIVE y la librería REACTJS, el almacenamiento de datos en FIREBASE y el consumo de API's de Google Cloud Platform para la visualización de mapas. La aplicación móvil se encuentra disponible en la plataforma Play Store. Mientras que el sistema web se encuentra alojado en el hosting de FIREBASE, disponible en cualquier navegador.

En el siguiente documento está estructurado por la introducción que describe el problema al que está enfocado el proyecto y su solución, seguido de la metodología en el que se menciona la forma como se desarrolló el proyecto, los resultados y discusión que comprende el producto final y las conclusiones y recomendaciones que realizan durante el desarrollo del proyecto.

PALABRAS CLAVE: ionic, reactjs, biciruta, geolocalización, ux, xp, google maps

ABSTRACT

This degree project includes the development of a mobile application and a web system for planning safe cycling routes. In which, through the mobile application, it shows the safe bike routes, statistical graphics of the routes made and obtains the user's route in real time using geolocation. While the web system offers options to: create, modify, delete and view bike routes.

The project is carried out with the Extreme Programming (XP) and User Experience (UX) methodologies. Which allowed to have an agile development of the work in pairs and improve the operation and interaction of the mobile application and the web system with the user. The realization of this work relied on the IONIC NATIVE framework and the REACTJS library, data storage in FIREBASE and the consumption of Google Cloud Platform APIs for displaying maps. The mobile application is available on the Play Store platform. While the web system is hosted on the FIREBASE hosting, available in any browser.

The following document is structured by the introduction that describes the problem the project is focused on and its solution, followed by the methodology in which the way in which the project was developed, the results and the discussion that comprises the final product is mentioned. and the conclusions and recommendations they make during the development of the project.

KEYWORDS: ionic, reactjs, bi-route, geolocation, ux, xp, google maps

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETIVOS	2
1.1.1.	Objetivo General.....	2
1.1.2.	Objetivo Específico	2
1.2.	ALCANCE.....	2
1.3.	TEMÁTICAS RELEVANTES.....	2
1.3.1.	Software de geolocalización y seguimiento	2
1.3.2.	Aplicaciones Web	2
1.3.3.	Aplicaciones Móviles	3
1.3.4.	Aplicaciones Nativas	3
2.	METODOLOGÍA.....	3
2.1.	Extreme Programming (XP)	3
2.2.	User Experience (UX)	4
2.3.	ANÁLISIS Y LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS	4
2.4.	HERRAMIENTAS PARA LA APLICACIÓN MÓVIL	7
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.1.	Implementación de la aplicación móvil	9
3.1.1.	Diseño de la base de datos	9
3.1.2.	Desarrollo de la HU 1: Registro e inicio de sesión de usuario	10
3.1.3.	Desarrollo de la HU 2: Compartir la ubicación de las rutas	11
3.1.4.	Desarrollo de la HU 3: Ver las rutas personales	13
3.1.5.	Desarrollo de la HU 4: Ver las bici-rutas que se encuentran en la ciudad.....	14
3.1.6.	Desarrollo de la HU5: Mostrar el progreso de los usuarios, mediante estadísticas.....	15
3.1.7.	Desarrollo de la HU6: Perfil de usuario.....	17
3.1.8.	Desarrollo de la HU7: Menú de la aplicación	18
3.1.9.	Desarrollo de la HU8: Creación de bici-rutas del sistema web.....	20
3.1.10.	Desarrollo de la HU9: Visualización de las bici-rutas	21
3.1.11.	Desarrollo de la HU10: Seleccionar, listar y modificar bici-rutas guardadas	23
3.1.12.	Desarrollo de la HU11: Visualización de las rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil	24
3.1.13.	Desarrollo de la HU12: Creación de la página de inicio	26
3.1.14.	Desarrollo de la HU13: Creación de la página “Acerca de”	27
3.1.15.	Desarrollo de la HU14: Visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil	28

3.1.16.	Desarrollo de la HU15: Creación de inicio de sesión para el administrador.....	30
3.2.	Pruebas de funcionalidad y usabilidad	31
3.2.1.	Pruebas de funcionalidad del sistema web.....	31
3.2.2.	Pruebas de usabilidad del sistema web	31
3.2.3.	Pruebas de funcionamiento de la aplicación móvil.....	31
3.2.4.	Pruebas de usabilidad de la aplicación móvil.....	31
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
5.	BIBLIOGRAFÍA	35
6.	ANEXOS	I
	CÓDIGO DEL PROYECTO	I
	MANUAL DE USUARIO SISTEMA WEB	I
	MANUAL TÉCNICO.....	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Arquitectura de la aplicación	5
Fig. 2: Arquitectura basada en servicios	6
Fig. 3: Caso de uso de la aplicación	7
Fig. 4: Archivo JSON de bici_rutas	9
Fig. 5: Archivo JSON de routes	9
Fig. 6: Archivo JSON de users	10
Fig. 7: Interfaz de registro e inicio de sesión de la aplicación móvil	10
Fig. 8: interfaz de grabar ruta de usuario	12
Fig. 9: Interfaz para ver rutas de usuario	13
Fig. 10: Interfaz para ver bici-rutas	15
Fig. 11: Interfaz de estadísticas.....	16
Fig. 12: Interfaz perfil de usuario	17
Fig. 13: Interfaz del menú.....	19
Fig. 14: Interfaz para crear bici-rutas	20
Fig. 15: Interfaz para ver las bici-rutas registradas.....	22
Fig. 16: Interfaz seleccionar, listar y modificar bici-rutas	23
Fig. 17: Interfaz para visualizar las rutas de los usuarios	25
Fig. 18: Interfaz de inicio del sistema web	26
Fig. 19: Interfaz "Acerca de"	27
Fig. 20: Interfaz para visualizar usuarios registrados	29
Fig. 21: Interfaz de inicio de sesión de administrador	30

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Historia de usuario del registro e inicio de sesión.....	11
TABLA 2: Historia de usuario de la interfaz para compartir las rutas de los usuarios	12
TABLA 3: Historia de usuario de la interfaz para ver las rutas personales de los usuarios.....	14
TABLA 4: Historia de usuario de la interfaz para ver las rutas personales de los usuarios.....	15
TABLA 5: Historia de usuario de la interfaz para mostrar el progreso de los usuarios mediante estadísticas	16
TABLA 6: Historia de usuario de la interfaz del perfil de usuario.....	18
TABLA 7: Historia de usuario de la interfaz del menú de la aplicación.....	19
TABLA 8: Historia de usuario de la interfaz para crear bici-rutas	20
TABLA 9: Historia de usuario de la visualización de bici-rutas creadas por el usuario	22
TABLA 10: Historia de usuario para seleccionar, listar y modificar las bici-rutas guardadas	23
TABLA 11: Historia de usuario de la visualización de rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil	25
TABLA 12: Historia de usuario de la creación de la página de inicio	26
TABLA 13: Historia de usuario de la creación de la página “Acerca de”	28
TABLA 14: Historia de usuario de la visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil	29
TABLA 15: Historia de usuario del inicio de sesión del administrador.....	30

1. INTRODUCCIÓN

Quito es la capital del Ecuador, que actualmente está habitada por 2.644.145 millones de habitantes, de acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) [1]. Forma parte de las ciudades más pobladas del país debido al flujo comercial y financiero que representa; para lo cual cuenta con un sistema de transporte desde el norte hacia el sur. El sistema de transporte en Quito está conformado por transporte público y privado, siendo este último el cual ha registrado un aumento significativo en cuanto a movilidad dentro de la ciudad. Según cifras del INEC, entre los años 2017 y 2018 se ha registrado un aumento de 166.387 vehículos en la ciudad [2].

El aumento de vehículos en la ciudad ha generado congestión vehicular en los últimos años. Una investigación realizada por el diario El Comercio señala que “Quito ocupa el vigésimo sexto lugar en un ranking de las ciudades en el mundo que más problemas de congestión vehicular presentan, según la edición 2018 de la tabla global sobre tráfico” [3].

Debido a esto se han tomado medidas; el Municipio de Quito restringe la circulación de vehículos durante ciertos días con políticas de circulación como el pico y placa [3]. Los habitantes de la ciudad participan también con otro tipo de acciones, como el usar frecuentemente el transporte público o usar medios de transporte alternativos como la bicicleta; esta última alternativa enfrenta al momento dificultades. En el artículo del diario La Hora sobre la movilidad sostenible en Quito se señala que esto se debe a “la carencia de infraestructura, la falta de respeto a peatones y ciclistas y la falta de regulaciones que hace de Quito una ciudad poco amigable con las nuevas tendencias de movilidad” [4]. Dentro del mismo artículo se menciona una entrevista con la representante de la Asociación de Peatones, Karina Gallegos quien confirma que “tanto peatones como ciclistas reportan problemas por falta de infraestructura para movilizarse con seguridad, debido a los obstáculos en las aceras, especialmente en las zonas comerciales, donde se las usa como estacionamientos de vehículos o como mercados informales” [4].

Como aporte a la solución de esta problemática, el propósito de este proyecto es realizar una aplicación móvil que permita a los ciclistas planificar rutas seguras para su circulación, para disminuir los percances que se mencionaron previamente. El proyecto se enfoca en la movilidad sustentable en la ciudad de Quito.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil destinada al mapeo de rutas seguras de bicicletas en Quito

1.1.2. Objetivo Específico

- Recopilar información para los requerimientos de la aplicación.
- Diseñar el modelo de la base de datos y prototipos de la aplicación.
- Programar la aplicación móvil.
- Programar un sistema web para visualización de datos generados en la aplicación
- Realizar pruebas de funcionamiento y usabilidad
- Implementar la aplicación móvil en la Play Store.

1.2. ALCANCE

El proyecto tiene como objetivo. Desarrollar una aplicación móvil destinada al mapeo de rutas seguras de bicicletas en Quito. A través de la obtención del recorrido personal del usuario hacia sus diferentes destinos. Del mismo modo obtener estadísticas de su rendimiento en cuanto al uso de la bicicleta y el cálculo de su huella de carbono reducida por usar bicicleta en lugar de un vehículo particular.

1.3. TEMÁTICAS RELEVANTES

A continuación, se abordarán algunos temas importantes que se tomaron en consideración para la construcción del proyecto.

1.3.1. Software de geolocalización y seguimiento

El proyecto usó la geolocalización para obtener la ubicación física del dispositivo del usuario en un entorno físico (geoespacial) o virtual (internet) en tiempo real. Que utilizará un servicio basado en su ubicación, mientras mantiene su privacidad [5]. Dicho servicio ofrece al usuario la visualización del trayecto que está realizando. Del mismo modo que observará la bici rutas que se encuentran cerca de su ubicación.

1.3.2. Aplicaciones Web

El programa se ejecuta en un servidor web. Por el cual, los usuarios acceden a través de internet, mediante un navegador. Esta aplicación trabaja con datos almacenados y procesados en la web. De esta forma, requiere de acceso a internet, sin necesidad de instalarlo en el dispositivo. Se basa en la arquitectura cliente-servidor, por la cual combinan scripts para el almacenamiento y recuperación de la información por el lado del cliente, y por el lado del servidor, utiliza JavaScript y HTML para ofrecer dicha información [5] [6].

1.3.3. Aplicaciones Móviles

La aplicación móvil, es una aplicación informática desarrollada para que funcione en un dispositivo móvil inteligente, tableta u otro dispositivo compatible. Esta aplicación se encuentra en la tienda online, por medio de la cual es accedida por los usuarios que deseen usarlas [7] [8]. Existen varias formas de desarrollar una aplicación móvil. Cada una de ellas presenta diferentes características y limitaciones. Entre Los tipos de aplicaciones móviles que se conocen son: nativas, web e híbridas [8].

1.3.4. Aplicaciones Nativas

Se aplicaron conceptos de una aplicación nativa [7] con el software que ofrece cada sistema operativo a los programadores, llamado genéricamente SDK (Software Development Kit). Este tipo de aplicaciones se pueden descargar e instalar desde las tiendas de aplicaciones.

2. METODOLOGÍA

En el desarrollo del presente proyecto, se aplica la metodología Extreme Programming (XP) para el trabajo colaborativo. A su vez se hizo uso de la metodología User Experience (UX) para el diseño de interfaces y la creación visual del proyecto.

2.1. Extreme Programming (XP)

- Existe una comunicación constante entre los programadores y ciclistas consultados que actúan como clientes.
- Los comentarios obtenidos permitieron probar el software en construcción a partir del primer día.
- El desarrollo del proyecto se va a realizar en un tiempo de 6 meses, lo que ha permitido cumplir con lo planificado y conseguir los objetivos para presentar el producto.
- Los cambios se implementaron como fueron sugeridos por el cliente y el director.

2.1.2. Fases del extreme programming

El ciclo de vida de XP consiste básicamente de seis fases: Exploración, Planificación, Iteraciones por entrega, producción, mantenimiento y muerte [11]. Para el proyecto se ha llegado a la fase de producción; las fases de mantenimiento y muerte se darán a futuro.

- **Exploración:** El cliente y los desarrolladores identificaron el problema en el cual se iba a enfocar el proyecto. Dicho problema consiste en crear bici rutas o ciclovías en la ciudad de Quito. A partir de este problema se determinó que la forma de solucionarlo era mediante el desarrollo de una aplicación móvil que visualice las rutas y un sistema web que gestiona la creación de estas rutas.
- **Planificación:** Para esta fase. Los desarrolladores establecieron la lógica con la que se iba a desarrollar el proyecto, a través del diseño de la base de datos y la navegabilidad de las interfaces de usuario. También se determinaron las herramientas con las que se llevaría a cabo el desarrollo y establecer las tareas que cada desarrollador debía realizar en un determinado tiempo.
- **Iteraciones por entregas:** Las iteraciones se realizaron mediante revisiones preliminares de cada interfaz desarrollada, en las que se iban mejorando las características que eran solicitadas por el cliente en periodos de una a tres semanas dependiendo del requerimiento.
- **Producción:** Los desarrolladores se encargaron de implementar las mejoras que el cliente había solicitado durante el desarrollo del proyecto, que estaban ligadas en el aspecto funcional y visual del sistema y la aplicación móvil. Al mismo tiempo que se iban documentando estas mejoras para implementarlas en un periodo corto.
- **Mantenimiento:** Una vez terminada la fase de producción. Los desarrolladores que realizaron el sistema web y la aplicación móvil serán los encargados de dar mantenimiento constante a todo el sistema, solucionando problemas de disponibilidad, seguridad de datos y control de la lectura y escritura de datos.
- **Muerte:** Al terminar el desarrollo se hace una presentación de todo el sistema realizado a partir de las historias de usuario. Los desarrolladores muestran el funcionamiento del sistema y las instrucciones para su uso.

2.2. User Experience (UX)

La metodología de experiencia de usuario (UX) es implementado en el proyecto para definir la interacción que el usuario tendrá con el producto final. Esto se realizó a partir de prototipos de las interfaces que se fueron diseñando y mejorando en relación con el aprendizaje que el usuario iba adquiriendo al navegar por cada uno de los módulos. De esta forma la metodología UX permitió mejorar la interacción, la eficacia, el aprendizaje y resolver el problema estratégico de la utilidad del producto y el problema psicológico del placer y diversión de su uso [12].

2.3. ANÁLISIS Y LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS

En el levantamiento de requerimientos, se realizaron varias “story cards” de acuerdo al problema que se busca solucionar, durante la etapa de exploración de la metodología. En la que se determinó varias

características a implementar en el producto final como los roles de usuario, el acceso de estos, el tracking, visualización y la administración de las rutas.

2.3.1. Requerimientos de la aplicación móvil

Al determinar la solución del aplicativo para el problema de movilidad sostenible en la ciudad de Quito, se definió los siguientes requerimientos:

- Acceso de usuarios por dos métodos (correo y contraseña, redes sociales).
- La aplicación debe ser intuitiva, de modo que el usuario no tenga dificultad al usarla.
- El diseño de la aplicación tiene que ser responsivo y adaptable para cualquier dispositivo móvil.
- La aplicación debe mostrar las rutas individuales de los ciclistas tanto para el usuario como para el administrador.
- El administrador debe crear rutas eficientes y exclusivas para que los ciclistas se puedan movilizar de forma segura a sus destinos.

2.3.2. Arquitectura de la aplicación

Tomando los requerimientos realizados a través de las historias de usuarios, se procede a definir la estructura de la aplicación en la cual se muestra en la **Fig. 1**:

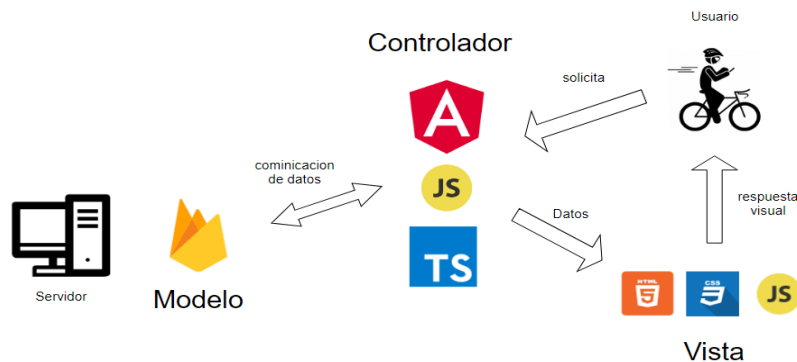


Fig. 1: Arquitectura de la aplicación

Modelo Vista Controlador (MVC): Se utilizó esta arquitectura en el proyecto porque separa los datos de la aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control [13], en la aplicación móvil y el sistema web. Permitiendo un desarrollo ágil, escalable y de fácil mantenimiento. El proyecto se separa en tres componentes representados por la arquitectura, de la siguiente forma:

Modelo: Dentro del proyecto, el modelo está compuesto por la base de datos almacenada en firebase que compone la estructura principal del proyecto.

Vista: Es representado por las interfaces que forman parte de la aplicación móvil y el sistema web que se desarrollaron en el proyecto. Recopilando los datos que se encuentran en el modelo y visualizarlos de forma comprensible para el usuario. Por ejemplo, al momento de visualizar las rutas de los usuarios y las bici rutas.

Controlador: En el proyecto, este componente se representa por las funciones que permiten la interacción del usuario con los datos. Como el código que permite el filtrado, eliminación y modificación de las rutas en el sistema web.

Arquitectura basada en servicios: Para esta arquitectura se hizo uso de los servicios de almacenamiento de firebase y google cloud platforms para disponer de los los mapas y otros plugins necesarios para dar soporte a los requisitos del negocio y facilitar la interacción entre los diferentes sistemas [14]. En la Fig.2 se muestra de forma gráfica como está estructurada la arquitectura.

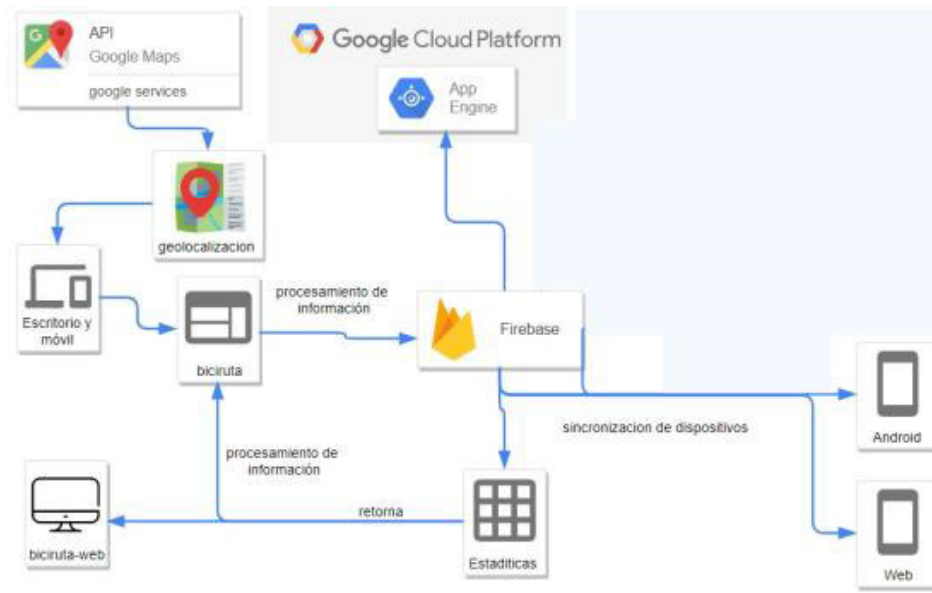


Fig. 2: Arquitectura basada en servicios

2.3.3. Caso de uso

Después de haber determinado los requerimientos para el desarrollo de la aplicación, se estableció un diagrama, donde se identifica el flujo de la información y la interacción con el usuario. De esta forma se tuvo una mejor comprensión de su funcionamiento y de los procesos implementados en cada interfaz, como se muestra en la **Fig.3**.

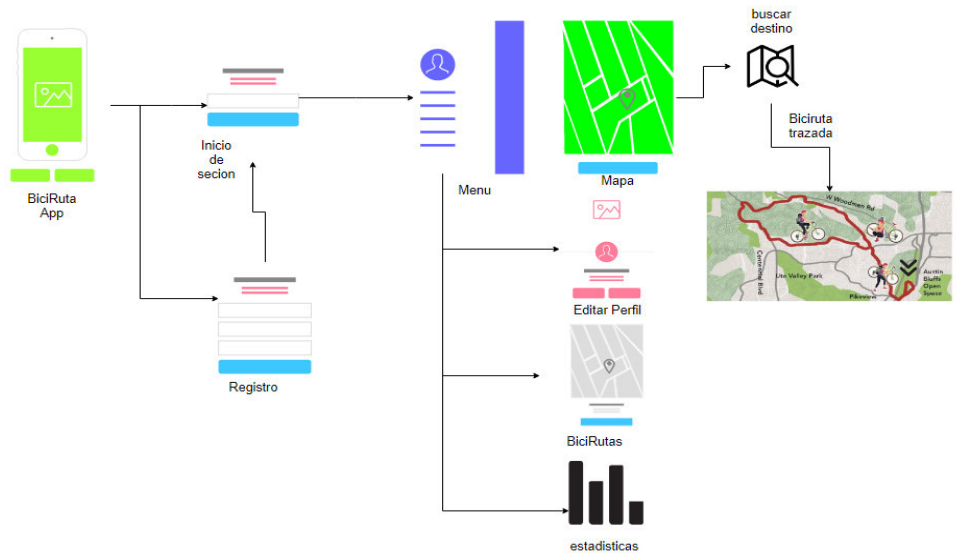


Fig. 3: Caso de uso de la aplicación

2.3.4. Historias de usuario

En las historias de usuario realizadas, se describieron las funciones que tendrán las interfaces, junto con el nombre de los responsables que se harán cargo del desarrollo, y a su vez, el nivel de dificultad e importancia que tuvieron en el proyecto. Dichas historias se encuentran adjuntas en la sección de anexos.

2.4. HERRAMIENTAS PARA LA APLICACIÓN MÓVIL

Para el desarrollo de la aplicación web. Se contó con varias herramientas que permiten al usuario acceder a los servicios que dispone.

- **Visual Studio Code:** Es un editor de código que se ejecuta en Windows, macOS y Linux. Viene con soporte incorporado para JavaScript, TypeScript y Node.js y tiene un rico ecosistema de extensiones para otros lenguajes [15]. Este editor es usado como entorno para codificar la aplicación y el sitio web.
- **Android Studio:** Es el entorno de desarrollo integrado oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android, basado en IntelliJ IDEA [16]. Es utilizado para realizar pruebas de ejecución y generar el apk para el lanzamiento de la aplicación.
- **GitHub:** Es un sistema de gestión de proyectos y control de versiones de código, así como una red social diseñada para desarrolladores. Permite trabajar en colaboración con otras personas de forma remota, planificar proyectos y dar seguimiento al mismo [17]. Esta plataforma es utilizada para guardar el código fuente del proyecto y del mismo modo para dar seguimiento a los cambios que se realizaron.

- **Angular:** Es un framework basado en la arquitectura modelo vista controlador (MVC), para el desarrollo Web Front End que permite crear aplicaciones Single-Page Applications (SPA) [18]. Este framework se usó para que el proyecto sea más fácil y óptimo de codificar.
- **Ionic:** Es una estructura tecnológica de código abierto que se utiliza en el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas, que combinan HTML5, CSS, JavaScript, ofreciendo aplicaciones con una interfaz amigable e intuitiva [19]. Se utilizó este framework para diseñar toda la estructura del proyecto, debido a su rápido aprendizaje.
- **Firestore Database:** Es una base de datos NoSQL alojada en la nube que permite almacenar y sincronizar datos entre usuarios en tiempo real [20]. Esta base de datos se usará para almacenar los perfiles de los usuarios
- **Typescript:** Es un lenguaje de programación de alto nivel que implementa muchos de los mecanismos más habituales de la programación orientada a objetos. Este lenguaje, se compila en JavaScript (JS) nativo, por lo que se puede usar en cualquier proyecto que use JS [21]. Este lenguaje se usó como el código fuente para el desarrollo de la aplicación móvil.
- **Google maps:** Es un complemento contenedor para cordova-plugin-googlemaps para el marco de ionic. Proporciona una interfaz común para todos los complementos y facilita el uso de estos con detección de cambios [22]. Esta librería se usó para generar los mapas para la aplicación móvil.
- **Google Cloud Platform:** Es una plataforma que ofrece más de 90 servicios de tecnología de la información, que las empresas, profesionales de TI y los desarrolladores pueden aprovechar para trabajar de forma más eficiente [23].
- **React JS:** Es una biblioteca de Javascript que es usada para crear interfaces de usuario interactivas, de forma sencilla. Se encarga de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambian [24]. El uso de esta biblioteca fue para el diseño de las interfaces del sistema web del lado del administrador.
- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación basado en prototipos, multiparadigma, de un solo hilo, dinámico, con soporte para programación orientada a objetos. Es ligero, interpretativo y compilado con funciones de primera clase [25]. Este lenguaje es usado para crear toda la estructura y lógica de el sistema web del administrador.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se exponen los productos obtenidos durante la ejecución del proyecto. Para el efecto se divide en lo realizado para la aplicación móvil y las pruebas aplicadas.

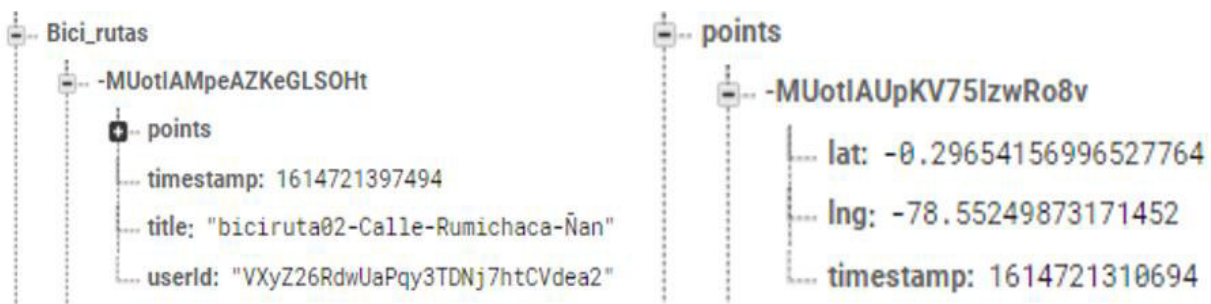
3.1. Implementación de la aplicación móvil

Se describirán las diferentes etapas desarrolladas en base a la metodología XP y UX.

3.1.1. Diseño de la base de datos

Para el diseño de la base de datos se determinó que tablas se van a utilizar, mediante las historias de usuario, en las que las interfaces definieron qué datos van a ser procesados y almacenados. El desarrollo de esta base de datos se llevó de forma continua, a la par en la que se realizaban las interfaces.

En la **Fig. 4.** Se muestra la estructura del archivo JSON que compone las bicirutas que se visualizan en el sistema web y la aplicación móvil.



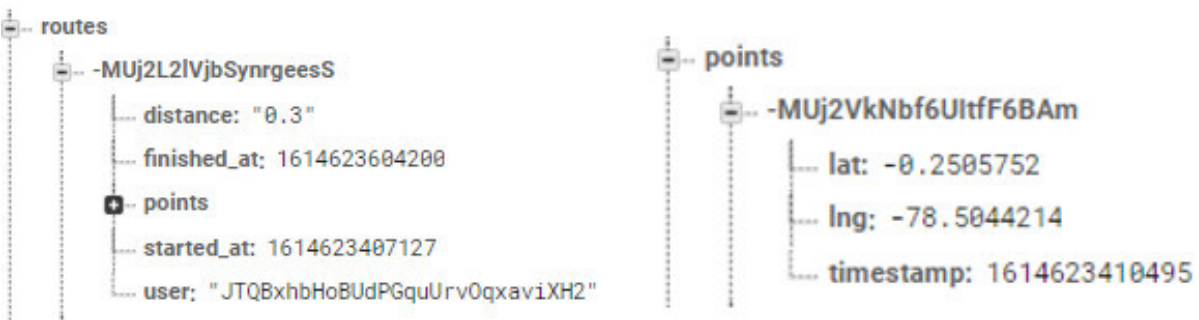
```

{
  "Bici_rutas": {
    "-MUotlAMpeAZKeGLSOht": {
      "points": {
        "timestamp": 1614721397494,
        "title": "biciruta02-Calle-Rumichaca-N\u00e1n",
        "userid": "VXyZ26RdwUaPqy3TDNj7htCVdea2"
      }
    }
  },
  "points": {
    "-MUotlAUpKV75IzwRo8v": {
      "lat": -0.29654156996527764,
      "lng": -78.55249873171452,
      "timestamp": 1614721310694
    }
  }
}

```

Fig. 4: Archivo JSON de bici_rutas

La Fig. 5. Es la visualización de los datos guardados de las rutas de los usuarios que van almacenando cada punto que conforma el trayecto recorrido.



```

{
  "routes": {
    "-MUj2L2lVjbSynrgeesS": {
      "distance": "0.3",
      "finished_at": 1614623604200,
      "points": {
        "started_at": 1614623407127,
        "user": "JTQBxhbHoBUdPGquUrv0qxaviXH2"
      }
    }
  },
  "points": {
    "-MUj2VkNbf6UitfF6BAm": {
      "lat": -0.2505752,
      "lng": -78.5044214,
      "timestamp": 1614623410495
    }
  }
}

```

Fig. 5: Archivo JSON de routes

Por ultimo. **La Fig.6.** Muestra los datos que contiene el archivo JSON de los usuarios registrados en la aplicación móvil.

```
users
├── 1JDEoh7zW4VT2JLHyo75u2atXau2
│   ├── email: "dennis.nunez@epn.edu.ec"
│   ├── imagen: "https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/bic..."
│   ├── name: "Dennis Nuñez"
│   ├── register_at: 1622480113723
│   └── uid: "1JDEoh7zW4VT2JLHyo75u2atXau2"
```

Fig. 6: Archivo JSON de users

3.1.2. Desarrollo de la HU 1: Registro e inicio de sesión de usuario

Planificación de la HU 1

Para la etapa de planificación, se determinó el proceso por el cual, el usuario debería acceder a la aplicación. Dicha actividad tuvo una duración de 15 días, Por lo tanto, se estableció que habría dos formas de ingreso: primero, se contó con un formulario con datos (foto de perfil, nombre de usuario, correo y contraseña). El propósito es que el usuario decida recibir notificaciones sobre la aplicación en su correo.

Elaboración del registro e inicio de sesión de la aplicación móvil.

En la **Fig. 7** se puede observar el diseño de las respectivas interfaces, en las que apeándose a los conceptos de UX, se crea un formulario minimalista. Se usaron colores agradables para el usuario, dándole un aspecto más suave con los cuadros redondeados.

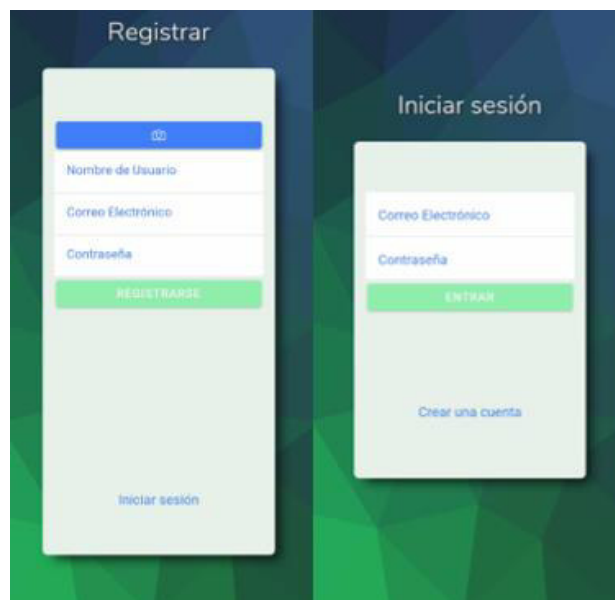


Fig. 7: Interfaz de registro e inicio de sesión de la aplicación móvil

Historia de usuario del registro e inicio de sesión

TABLA I: Historia de usuario del registro e inicio de sesión

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: ciclista
Nombre de historia: registro e inicio de sesión de usuario	
Prioridad en negocio: baja	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	
Programador responsable: Dennis Nuñez	
Descripción: Como usuario ciclista. Necesito registrarme por primera vez en la aplicación o iniciar sesión en caso de haberme registrado previamente. Para tener acceso a la aplicación y a sus funciones principales.	
Observaciones:	

OBSERVACIONES: Al implementar las funcionalidades para la interfaz del registro hubo dificultad al momento de guardar la foto de perfil del usuario, junto con los demás datos dentro del formulario, debido a que no se tenía un conocimiento previo de cómo almacenar imágenes en el storage de firebase.

3.1.3. Desarrollo de la HU 2: Compartir la ubicación de las rutas

Planificación de la HU 2

En la planificación de la HU 2. Se tuvo que considerar la forma en la que el usuario debía compartir su ruta para que esta sea vista por el administrador. Además de que otros datos tenían que guardarse. Es por ello por lo que se decidió implementar dos botones que comenzarán a grabar la ruta del usuario y del mismo modo, comience a dibujar dicho desplazamiento. Y otro botón el cual finaliza la ruta del usuario y posteriormente, guardaba el tiempo de culminación y la distancia total del trayecto.

Elaboración para compartir la ubicación de las rutas

En la **Fig.8** se tomó como referencia los diseños de algunas aplicaciones enfocadas al ciclismo de montaña, los cuales realizaban la misma función de grabar las rutas de los usuarios en los senderos; con la diferencia que su propósito es con fines estadísticos y de rendimiento para determinar el progreso del ciclista. El proyecto tomó ciertas características de estas aplicaciones; se enfocó en monitorizar las rutas de los usuarios

por la ciudad para ofrecer rutas comunes por las que los usuarios puedan transitar, sin desplazarse en medio de los vehículos.

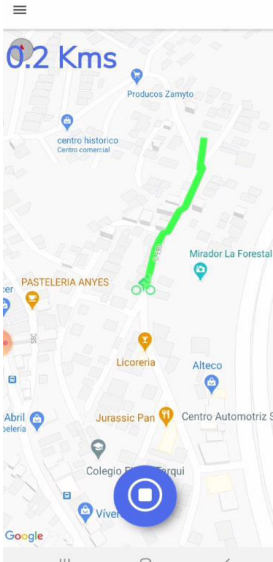


Fig. 8: interfaz de grabar ruta de usuario

Historia de usuario de la interfaz para compartir las rutas de los usuarios

TABLA II: Historia de usuario de la interfaz para compartir las rutas de los usuarios

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: ciclista
Nombre de historia: compartir ubicación de rutas.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados:	
Programador responsable: Dennis Nuñez	
<p>Descripción: Como usuario ciclista. Quiero compartir mi ubicación de mis rutas realizadas en la ciudad.</p> <p>Para proporcionar información que permita a la aplicación, crear nuevas rutas para los ciclistas, en donde puedan movilizarse de forma segura por la ciudad.</p>	

Observaciones: Se deberá hacer un muestreo de las rutas realizadas por el usuario.

OBSERVACIONES: Para la realización de esta tarea se tuvo inconvenientes al momento de ingresar las coordenadas del usuario en tiempo real, ya que la tabla correspondiente para guardar estas rutas se sobrescribe y borran las coordenadas anteriores previamente guardadas, impidiendo que la función pueda mostrar la ruta del usuario mientras se iba movilizand.

3.1.4. Desarrollo de la HU 3: Ver las rutas personales

Planificación de la HU 3: Ver las rutas personales de los usuarios

En esta historia de usuario se tomó en consideración, cómo se iban a mostrar las rutas de los usuarios. Para ello, se crearon condiciones para que la función muestre las 10 últimas rutas realizadas por el ciclista, con el fin de no saturar demasiado la visualización de estas, a través del mapa.

Elaboración para ver las rutas personales de los usuarios

Para ver las rutas se realizó una lectura de los datos ingresados por el usuario en la tabla llamada “routes” que permitió dibujar las rutas que el usuario ha ido recorriendo a lo largo del día, para que el usuario pueda conocer el recorrido que ha realizado a través de la ciudad. En la **Fig.9** se muestra la visualización de una de las rutas que el usuario ha recorrido.

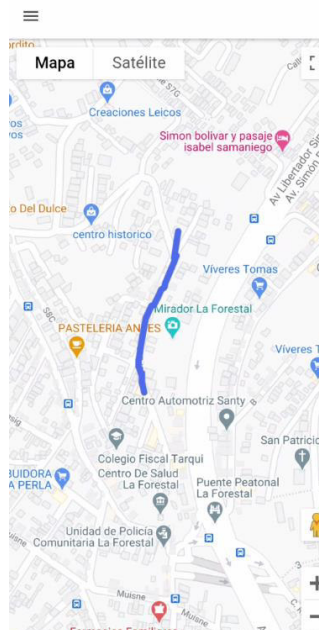


Fig. 9: Interfaz para ver rutas de usuario

Historia de usuario de la interfaz para ver las rutas personales de los usuarios.

TABLA III: Historia de usuario de la interfaz para ver las rutas personales de los usuarios

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: ciclista
Nombre de historia: Ver las rutas personales	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Dennis Nuñez	
Descripción: Como ciclista. Quiero ver mis rutas recorridas. Para observar el progreso realizado a lo largo del tiempo.	

3.1.5. Desarrollo de la HU 4: Ver las bici-rutas que se encuentran en la ciudad.

Planificación de la H4: Ver las bici-rutas que se encuentran en la ciudad

En esta historia de usuario, el usuario tiene la posibilidad de ver qué bici-rutas están disponibles por la ciudad y así circular por esas vías, sin tener que circular por el mismo carril que los vehículos. Además, se implementó un icono que permitía ver al usuario, cuáles son las rutas más cercanas en relación con su posición actual.

Elaboración para ver las bici-rutas que se encuentran en la ciudad.

Para el diseño de esta interfaz, se realizó el mismo procedimiento que en la anterior historia de usuario, para ver las rutas de los usuarios. A diferencia de este, el usuario verá las bici-rutas que el administrador del sistema web ha creado de acuerdo con la información obtenida en la página web del municipio. En la **Fig.10** se puede observar, dichas rutas existentes en la ciudad de Quito. En la cual, se puede ver la posición actual de quien usa la aplicación.

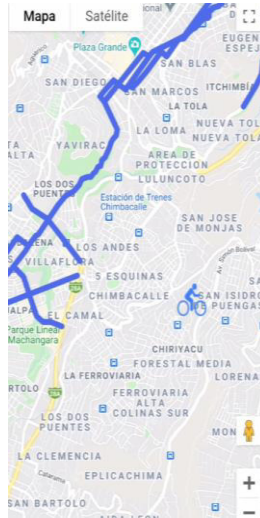


Fig. 10: Interfaz para ver bici-rutas

Historia de usuario de la interfaz para ver las rutas personales de los usuarios.

TABLA IV: Historia de usuario de la interfaz para ver las rutas personales de los usuarios

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: ciclista
Nombre de historia: Ver las bici-rutas que se encuentran en la ciudad	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Dennis Nuñez	
Descripción: Como ciclista. Quiero ver las bici-rutas que se encuentran en la ciudad. Para conocer, qué rutas puedo tomar por la ciudad de forma segura. Además de ver mi posición actúa y ver las rutas más cercanas para movilizarse.	

3.1.6. Desarrollo de la HU5: Mostrar el progreso de los usuarios, mediante estadísticas.

Planificación de la H5: Mostrar el progreso de los usuarios, mediante estadísticas

Para la planificación de esta historia se determinó que información se debería mostrar como relevante dentro de la interfaz de las estadísticas como es el caso de la distancia recorrida en kilómetros por el usuario durante

todo el año, su progreso diario representado en un gráfico de líneas y de igual forma, su progreso realizado durante todo el mes en una gráfica circular.

Elaboración para mostrar el progreso de los usuarios, mediante estadísticas.

Su elaboración consistió en realizar una sumatoria de todas las distancias del usuario, comprobando que esta información, corresponde al usuario autenticado. Del mismo modo, se realizó otra comprobación para determinar que la fecha, que está en la base de datos, pertenezca al año actual, con el fin de no acumular demasiados datos en la interfaz. En la **Fig.11** se puede observar el diseño realizado para esta interfaz.



Fig. 11: Interfaz de estadísticas

Historia de usuario de la interfaz para mostrar el progreso de los usuarios mediante estadísticas.

TABLA V: Historia de usuario de la interfaz para mostrar el progreso de los usuarios mediante estadísticas

Historia de Usuario	
Número: 5	Usuario: ciclista
Nombre de historia: Mostrar el progreso de los usuarios mediante estadísticas	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:

Programador responsable: Dennis Nuñez

Descripción: Como ciclista quiero ver mi progreso realizado durante todo el tiempo que he usado la aplicación. Para conocer mi uso frecuente de la bicicleta.

3.1.7. Desarrollo de la HU6: Perfil de usuario.

Planificación de la HU6: Perfil de usuario

Para la realización del perfil de usuario. Se determinaron, los datos que serían mostrados por el usuario, como: su foto de perfil, su nombre de usuario, su correo electrónico, y la fecha en la que se registró.

Elaboración del perfil de usuario

En la **Fig.12** se muestra el diseño final de la interfaz, en la que se indican los datos del usuario, mencionados previamente.

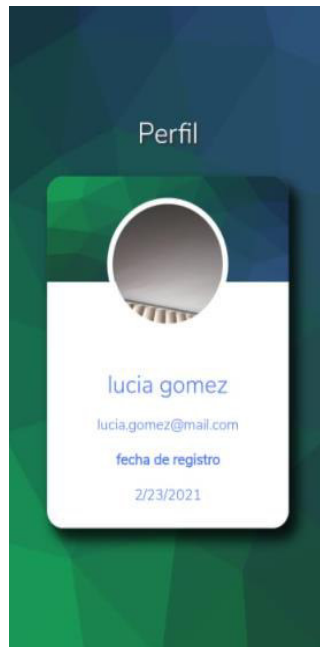


Fig. 12: Interfaz perfil de usuario

Historia de usuario de la interfaz del perfil de usuario

TABLA VI: Historia de usuario de la interfaz del perfil de usuario

Historia de Usuario	
Número: 6	Usuario: ciclista
Nombre de historia: Perfil de usuario	
Prioridad en negocio: media	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Dennis Nuñez	
Descripción: Como ciclista. Quiero ver mi perfil de usuario, para verificar si estoy usando mi cuenta	

3.1.8. Desarrollo de la HU7: Menú de la aplicación

Planificación de la HU7: Menú de la aplicación

La realización del menú se tomó en cuenta todas las funciones realizadas y mencionadas anteriormente, para poder navegar por cada una de estas interfaces.

Elaboración del perfil de usuario

La **Fig.13** se muestra el aspecto del menú de la aplicación, en el que se encuentran las funciones establecidas, además, un contenedor en el que se muestra la imagen, el nombre y el correo electrónico del usuario.



Fig. 13: Interfaz del menú

Historia de usuario de la interfaz del menú de la aplicación

TABLA VII: Historia de usuario de la interfaz del menú de la aplicación

Historia de Usuario	
Número: 7	Usuario: Usuario
Nombre de historia: Configurar el menú de la aplicación	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Dennis Nuñez	
<p>Descripción: Como usuario ciclista y administrador quiero observar un menú en el que pueda acceder a las funciones de la aplicación.</p> <p>Para poder navegar fácilmente a las diferentes interfaces.</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>Se deberá implementar un side-menú en la interfaz principal.</p>	

3.1.9. Desarrollo de la HU8: Creación de bici-rutas del sistema web

Planificación de la HU8: Creación de bici-rutas del sistema web

Para su planificación se determinó la forma en la que el administrador debía crear e ingresar la bici-ruta a la base de datos. Para ello, el administrador debe hacer clic en varios lugares del mapa, los cuales van mostrando varios marcadores que forman una línea. Una vez obtenido este arreglo de coordenadas, se procede a guardar. Caso contrario, el administrador deberá remover los marcadores que haya ingresado por error.

Elaboración de la creación de bici-rutas

En la **Fig.14** se puede ver la creación de una biciruta que es creada por el administrador, en base a la información que se ha recopilado, tanto del municipio, como del número de ciclistas que circulan por esa misma vía. De igual manera, se incluyen la opción para guardar la bici-ruta y eliminar el último marcador, dado el caso que el administrador, haya ingresado mal la ruta.

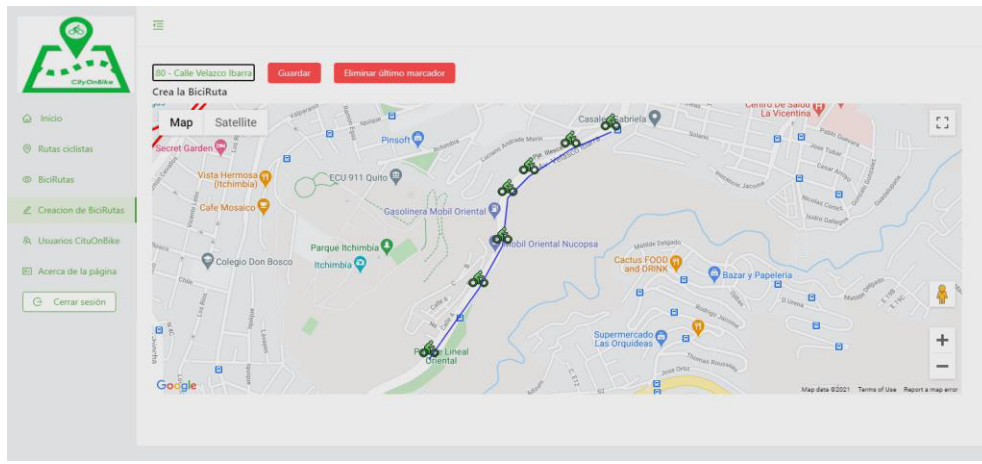


Fig. 14: Interfaz para crear bici-rutas

Historia de usuario de la interfaz para crear bici-rutas

TABLA VIII: Historia de usuario de la interfaz para crear bici-rutas

Historia de Usuario	
Número: 8	Usuario: Administrador
Nombre: Crear y guardar las Bici-Rutas	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:

Programador responsable: Fernando Sanmartín
Descripción: Como Administrador de la página, necesito crear rutas, que serán dibujadas sobre un mapa de Google por medio de marcadores unidos por polilíneas para que los usuarios de la aplicación móvil puedan ver y usar
Observaciones: El alojamiento de los datos será por medio de Firebase. Solo el usuario administrador tendrá acceso a este módulo. Además, deberá contar con una opción para eliminar el marcador actual en caso de que el administrador lo requiera.

Observaciones:

- Al momento de crear los marcadores y guardarlos como puntos individuales no hubo mayor problema. Sin embargo, se presentaron dificultades al tratar de unir estos puntos por medio de polilíneas y dar la visualización final de bici-rutas.
- El problema se basó inicialmente en la aplicación de la librería utilizada ya que no había suficiente información en la documentación proporcionada y luego en el análisis de cómo codificar el evento que une los puntos para formar las líneas.

3.1.10. Desarrollo de la HU9: Visualización de las bici-rutas

Planificación de la HU9: Visualización de las rutas creadas por el administrador

En la elaboración de esta interfaz se estableció que una vez que el administrador haya ingresado la bici-ruta. Esta se muestra en otra interfaz, para conocer de forma visual, qué rutas ya se han registrado y evitar que estas se repitan.

Elaboración de la visualización de bici-rutas

En la **Fig.15** que se muestra a continuación, se observa la realización de esta historia de usuario. Se encuentran todas las rutas que se han registrado a partir de las bici-rutas obtenidas por la información del municipio.

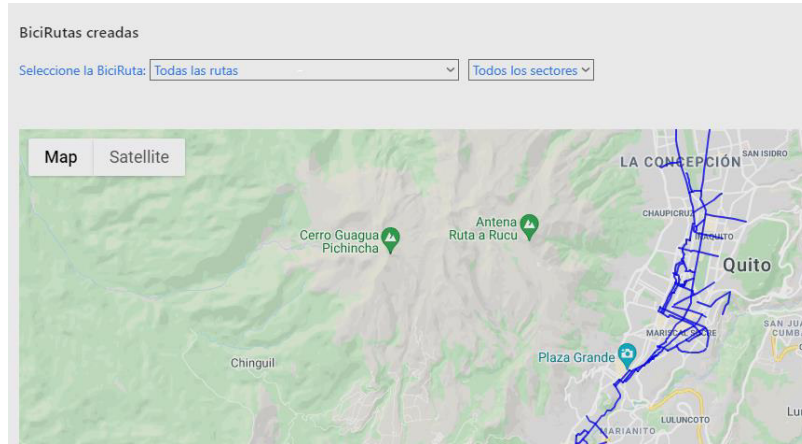


Fig. 15: Interfaz para ver las bici-rutas registradas

Historia de usuario de la visualización de bici-rutas creadas por el usuario

TABLA IX:Historia de usuario de la visualización de bici-rutas creadas por el usuario

Historia de Usuario	
Número: 9	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Visualización de las rutas creadas por el Administrador	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Fernando Sanmartín	
Descripción: Como administrador de la página quiero visualizar las rutas que he creado para determinar qué rutas faltan por crear	
Observaciones: Esta página solo está disponible para administrador registrado.	

Observaciones:

- El problema que se encontró es al momento de mostrar las rutas ya que solo se visualizaba un camino de puntos por medio de marcadores, mas no la serie de líneas que eran unidos por los marcadores.

3.1.11. Desarrollo de la HU10: Seleccionar, listar y modificar bici-rutas guardadas

Planificación de la HU10: Seleccionar, listar y modificar bici-rutas guardadas

Para la planificación de la interfaz se determinó la forma en la que el administrador tiene que visualizar las bici-rutas creadas en el sistema web. Para ello, se planteó la colocación de una lista de todas las rutas, en las que al ser seleccionada una de ellas. Se visualizará la ruta conformada por polilíneas que estarán unidas a marcadores. Estos últimos, se podrán desplazar, conforme el administrador mueve el ratón. Una vez que se modifique la ruta. Se habilitará la posibilidad de guardar los cambios realizados o eliminar la bici-ruta.

Elaboración de la interfaz para seleccionar, listar y modificar bici-rutas guardadas

La **Fig.16** que se muestra a continuación. Está compuesta por cada uno de los elementos mencionados anteriormente, y los resultados finales.

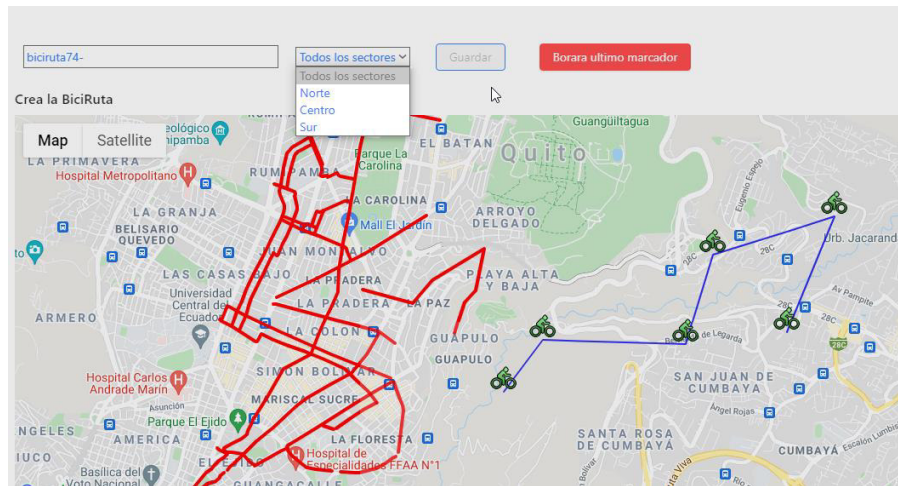


Fig. 16: Interfaz seleccionar, listar y modificar bici-rutas

Historia de usuario para seleccionar, listar y modificar las bici-rutas guardadas

TABLA X: Historia de usuario para seleccionar, listar y modificar las bici-rutas guardadas

Historia de Usuario	
Número: 10	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Seleccionar, listar y modificar las bici-rutas guardadas.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Fernando Sanmartín	

Descripción: Como administrador de la página quiero ver la descripción de todas las rutas que he creado y seleccionar una de ellas para poder editar o eliminar la que he seleccionado.

Observaciones:

- Uno de los problemas es el consumo de la información desde la base de datos para que se muestre como marcadores y unirlos por líneas.
- También se ha encontrado un problema al momento de leer y modificar los puntos guardados ya que no se lograba reemplazar el estado anterior por uno nuevo.

3.1.12. Desarrollo de la HU11: Visualización de las rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil

Planificación de la HU11: Visualización de las rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil

Para esta historia se tomó en cuenta que las rutas de los usuarios deberían mostrarse en el mapa y a su vez, implementarse un elemento que permita filtrar las rutas para no saturar el mapa con demasiados datos, para que sea fácil de entender por el administrador. De esta forma, permitirá conocer la circulación de ciclistas que hay en la ciudad.

Elaboración de la visualización de las rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil

En la **Fig.17** se muestra la realización de la visualización de las rutas de los usuarios a través del mapa. se podrá ir filtrando estas rutas, a través de la fecha que el administrador seleccione.

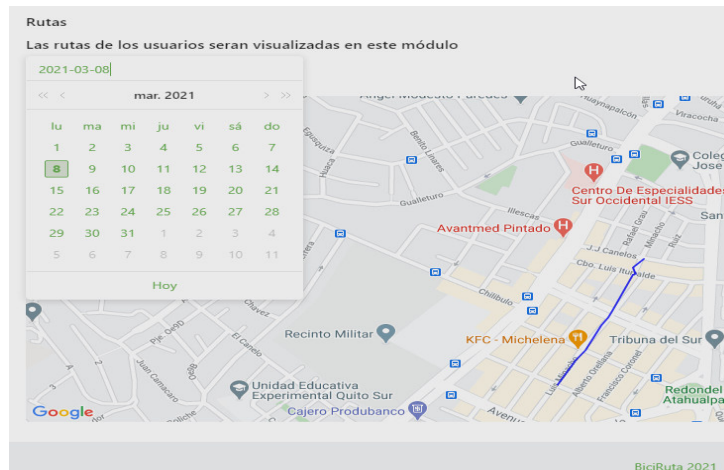


Fig. 17: Interfaz para visualizar las rutas de los usuarios

Historia de usuario de la visualización de rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil

TABLA XI: Historia de usuario de la visualización de rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil

Historia de Usuario	
Número: 11	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Visualización de las rutas recorridas por los usuarios de la aplicación móvil.	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: media
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Fernando Sanmartín	
Descripción: Como Administrador quiero visualizar las rutas que los usuarios han registrado a través de la aplicación. para determinar las bici-rutas que se irán creando de acuerdo con el flujo de ciclistas en determinada vía.	
Observaciones: Las rutas de los ciclistas serán filtradas por medio de la fecha en la que los ciclistas guardaron su ruta.	

Observaciones:

- Al momento de filtrar las rutas e integrar la búsqueda de rutas por medio de la fecha se encontró el problema cuando se cruzaba la información del usuario con la de la ruta creada.

3.1.13. Desarrollo de la HU12: Creación de la página de inicio

Planificación de la HU12: Creación de la página de inicio

La planificación de esta historia de usuario consistió en crear una página informativa que aparece al inicio del sistema web, que describe las funciones que el administrador será capaz de realizar a través del sistema. A su vez, se muestran los logos de las herramientas utilizadas para realizar el sistema web.

Elaboración de la creación de la página de inicio

En la **Fig.18** que está a continuación, se muestra la realización de la HU con las características descritas anteriormente.

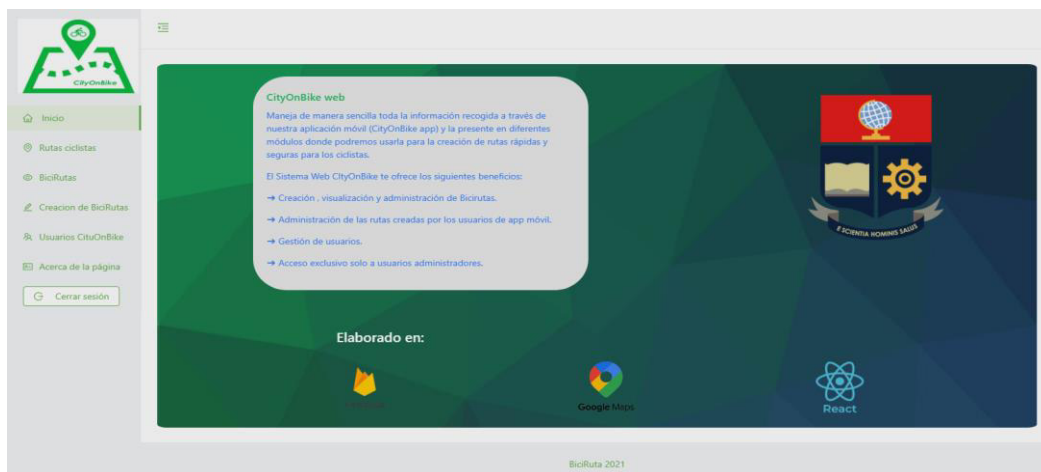


Fig. 18: Interfaz de inicio del sistema web

Historia de usuario de la creación de la página de inicio

TABLA XII: Historia de usuario de la creación de la página de inicio

Historia de Usuario	
Número: 12	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Creación de la página de inicio.	
Prioridad en negocio: baja	Riesgo en desarrollo: baja
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:

Programador responsable: Fernando Sanmartín

Descripción: Como Administrador quiero una página introductoria acerca de lo que hace el sistema web para conocer las funciones que puede realizar como administrador.

Observaciones:

- Se encontró dificultades al momento de configurar el css de la página para evitar que se visualice la barra lateral.

3.1.14. Desarrollo de la HU13: Creación de la página “Acerca de”

Planificación de la HU13: Creación de la página “Acerca de”

En la planificación de esta interfaz se determinó que estaría compuesta por la descripción general del proyecto, que describe el funcionamiento que hace el proyecto y lo que ofrece en cuestión.

Elaboración de la creación de la página “Acerca de”

En la **Fig.19** que está a continuación, se presenta la información propuesta y descrita anteriormente.

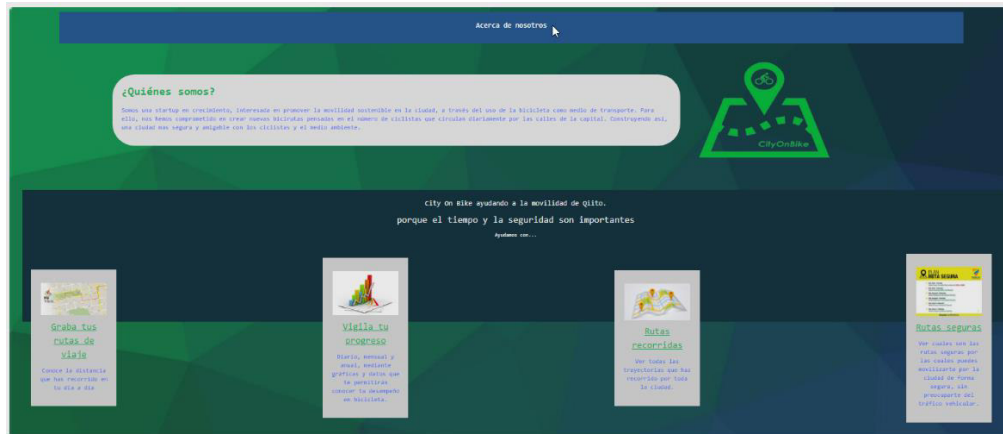


Fig. 19: Interfaz "Acerca de"

Historia de usuario de la creación de la página “Acerca de”

TABLA XIII: Historia de usuario de la creación de la página “Acerca de”

Historia de Usuario	
Número: 13	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Creación de la página “acerca de”	
Prioridad en negocio: baja	Riesgo en desarrollo: baja
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Fernando Sanmartín	
Descripción: Como Administrador quiero una página introductoria acerca de lo que hace la aplicación móvil para conocer las funciones que el usuario puede realizar y la información que yo voy a obtener a través de la página.	

3.1.15. Desarrollo de la HU14: Visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil

Planificación de la HU14: Visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil

Para la planificación de esta historia se determinó que los usuarios que se hayan registrado en la aplicación se visualicen en el sistema web para que el usuario sea eliminado de todo el registro en caso de que se requiera.

Elaboración de la visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil

En la **Fig.20** que se muestra a continuación, se muestran los usuarios que se encuentran en la aplicación con la opción de eliminar a los mismos o visualizar sus rutas.

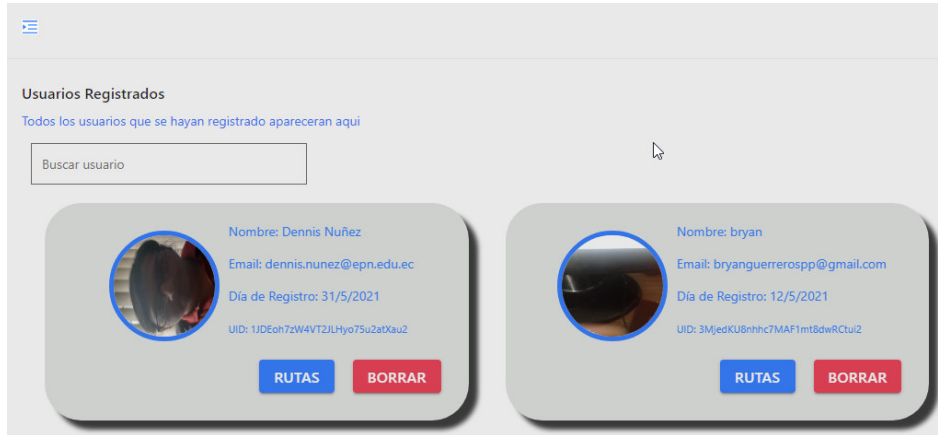


Fig. 20: Interfaz para visualizar usuarios registrados

Historia de usuario de la visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil

TABLA XIV: Historia de usuario de la visualización de usuarios registrados en la aplicación móvil

Historia de Usuario	
Número: 14	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Visualización de usuarios registrados de la aplicación móvil	
Prioridad en negocio: media	Riesgo en desarrollo: baja
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Fernando Sanmartín	
Descripción: Como Administrador quiero una página que me permita visualizar todos los usuarios registrados en la aplicación móvil para obtener información específica de los mismo según se requiera.	
Observaciones: Se implementará la opción de eliminar usuarios dado el caso que el usuario lo desee.	

Observaciones:

- Para borrar un usuario y las rutas creadas por este se encontró el problema al asociar el id del usuario con el que se encontraba guardado en la colección de las rutas dando como resultado la eliminación de los usuarios mas no de las rutas de este.

3.1.16. Desarrollo de la HU15: Creación de inicio de sesión para el administrador

Planificación de la HU15: Creación de inicio de sesión para el administrador

La planificación de la historia de usuario consistió en implementar un inicio de sesión para que el administrador pueda acceder al sistema, bloqueando las funciones principales, cuando no se hayan ingresado las credenciales correspondientes para acceder.

Elaboración del inicio de sesión para el administrador

En la **Fig.21** se puede ver el formulario para el inicio de sesión, en el que se podrá acceder

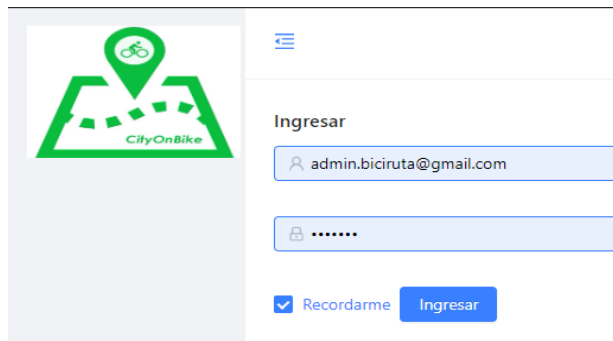


Fig. 21: Interfaz de inicio de sesión de administrador

Historia de usuario del inicio de sesión del administrador

TABLA XV: Historia de usuario del inicio de sesión del administrador

Historia de Usuario	
Número: 15	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Inicio de sesión del administrador	
Prioridad en negocio: media	Riesgo en desarrollo: baja
Puntos estimados: 1	Iteración asignada:
Programador responsable: Fernando Sanmartín	
Descripción: Como Administrador quiero iniciar sesión en el sistema. Para poder acceder a todas las funciones que están disponibles.	

3.2. Pruebas de funcionalidad y usabilidad

Para la realización de pruebas tanto del sistema web como de la aplicación móvil se consideró elaborar casos de prueba, enfocados en la interacción que el usuario tiene con respecto al producto final. De este modo, se aplicaron estos casos tanto para el funcionamiento de ambos sistemas, en los que se debieron corroborar que cada función cumpla con los requerimientos planteados en las historias de usuario. Mientras que, para los casos de usabilidad se tomaron en cuenta varios detalles y sugerencias, que se dieron por parte del usuario, enfocadas en el aspecto visual y la navegabilidad con cada uno de los módulos.

3.2.1. Pruebas de funcionalidad del sistema web

En el **anexo 11** se puede observar los “bugs” que el usuario encontró, en el que se describen los inconvenientes, en el momento de ingresar los valores requeridos en el sistema web. Dichos inconvenientes correspondían a aspectos relacionados con la creación y modificación de rutas que, al realizarse, debían actualizarse en tiempo real con la base de datos.

3.2.2. Pruebas de usabilidad del sistema web

Para los casos de prueba de usabilidad, el usuario interactuó con el sistema en el que se pudo conocer varias de las dificultades que tuvo en un inicio para la interacción del sistema. En el que menciona que el sistema no representa de forma gráfica algunas funciones como el trazado de líneas o el desplazamiento de los marcadores, para modificar las rutas que se encontraban guardadas en la base de datos. En el **anexo 12** se muestran los casos de pruebas relacionados a la interacción del sistema.

3.2.3. Pruebas de funcionamiento de la aplicación móvil

En el funcionamiento de la aplicación, el usuario encontró varios inconvenientes que se ha detallado en cada caso de prueba. Con respecto a las funcionalidades más relevantes de la aplicación como el registro de usuario y el tracking del usuario en tiempo real, en los que se han sido resueltos cada uno de ellos. En el **anexo 13** se detallan cada uno de estos problemas que se presentaron.

3.2.4. Pruebas de usabilidad de la aplicación móvil

El usuario al realizar los casos de pruebas de usabilidad de la aplicación notó varios problemas en la interfaz principal como, por ejemplo, que el marcador se repetía varias veces durante la ruta del usuario. O que los botones no tenían una posición adecuada, para poder presionarlos. O en el caso de otras interfaces, donde no tenía un diseño responsivo, apto para varios tamaños de pantalla. En el **anexo 14** se describen los detalles que el usuario notó al usar la aplicación

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- usar la metodología de Extreme Programming (XP) en un proyecto independiente permitió la flexibilidad de los tiempos de entrega de cada historia de usuario, y a su vez permitió el desarrollo tanto de la aplicación móvil como el sistema web. Además, favoreció la comunicación entre los integrantes, al ser una metodología en pareja.
- Es importante tomar en cuenta los aspectos de User Experience (UX) para facilitar el diseño, tanto de la aplicación móvil como del sistema web, ya que permitió una mejor comprensión de las necesidades del usuario, a través de la navegabilidad entre interfaces.
- Se procedió a recolectar y analizar la información relacionada a los problemas de movilidad de los ciclistas en la ciudad de Quito, como se menciona en los temas relevantes, existen problemas de infraestructura que impide que los usuarios puedan circular de forma segura por la ciudad. Debido a esto, la creación de esta aplicación móvil y sistema web es una herramienta adecuada que podría servir al municipio de Quito para conocer el número de usuarios y las rutas por las que pueden circular a partir de la información que ellos comparten. Esto en un futuro permitirá a las autoridades encargadas, mejorar la infraestructura del transporte sostenible en Quito.
- El uso de Firebase permite el fácil desarrollo de la base de datos, debido a que se tiene una familiarización previa con este servicio; cuenta con una documentación detallada y ofrece soporte mediante notificaciones sobre algún problema que se tenga y puedan ser corregidos. De esta forma, se determinó que los datos serán almacenados en tres tipos de colecciones (bici-rutas, routes, users), dos de estas colecciones (bici rutas y routes) almacenarán dos subcolecciones que permiten una visualización más limpia y organizada del conjunto de datos de las coordenadas con las que se están trabajando. Con lo cual, su realización tuvo cierta complejidad que se ha solucionado progresivamente.
- En cuanto al diseño de los prototipos de la aplicación, fueron diseñadas a partir de otras aplicaciones móviles enfocadas al ciclismo como deporte. Esto permitió adaptarlo al enfoque del proyecto, con características como: visualización de bici rutas en la ciudad, rutas realizadas por los usuarios, estadísticas, perfil de usuario y tracking.
- Para la programación de la aplicación móvil se contó con el uso del Framework de Ionic, el cual permite crear una aplicación híbrida entre nativa y web. mejora el tiempo de carga de algunas funciones, en cuanto a la visualización de los mapas, geolocalización del usuario y compatibilidad con la mayoría de los dispositivos. De esta forma, se desarrolló una aplicación que permita al usuario

darle un uso frecuente a la bicicleta mediante el seguimiento de sus recorridos por la ciudad, de tal modo que, al obtener su información, se puedan crear bici rutas que sean de utilidad para los usuarios ciclistas; está a su vez, será utilizada para representar el progreso del usuario, mediante estadísticas que le ofrezcan una mejor experiencia en la aplicación.

- La propuesta desarrollada en el proyecto terminó satisfactoriamente alcanzando cada uno de los objetivos planteados.
- El uso de React para la programación del sistema web ha permitido que funcione a la par de la aplicación móvil, siendo el nexo la base de datos de Firebase en tiempo real y dando como resultado un sistema funcional en donde los datos recogidos por la aplicación móvil se muestran en el sistema web, así como los datos creados desde el sistema web se muestran en la aplicación móvil, siendo el sistema web alojado en el hosting de Firebase ya que permitió un rápido despliegue de este. Con el objetivo de garantizar un adecuado funcionamiento de los sistemas propuestos, una vez culminada la etapa de desarrollo, se han realizado pruebas de carga, compatibilidad y aceptación, las cuales demostraron que el sistema web y la aplicación móvil cumplen con los objetivos propuestos.
- Al realizar las pruebas de funcionamiento y usabilidad se desarrollaron de dos formas: a través de la consola de play store, en la cual usuarios externos realizan dichas pruebas en diferentes dispositivos y determinar el número de dispositivos que serían compatibles con la aplicación. Las otras pruebas que se desarrollaron fueron realizadas por los integrantes del proyecto, en las que se iba registrando cada problema en cuanto al tracking, acceso a la base de datos o autenticación del usuario; se fueron corrigiendo poco a poco hasta obtener el resultado esperado.
- La implementación del proyecto en play store se desarrolló en su mayoría sin muchas complicaciones, ya que se realizaron pruebas de seguridad y usabilidad dentro de la plataforma para su previo lanzamiento. Se agregó la información que describe a la aplicación y que, a su vez, le daban su identidad propia, dentro de la tienda. Además de especificar el alcance geográfico, donde podrá ser descargada la aplicación, en este caso su país de origen (Ecuador), la aplicación estaría enfocada para la ciudad de Quito. Finalmente, se culminó este proceso, a la espera de que la versión final haya sido aprobada y esté disponible en la tienda.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener actualizadas las dependencias tanto de React como de firebase para evitar errores futuros.
- Es estrictamente recomendable que los usuarios mantengan la conexión a internet cuando se encuentre en uso de cualquiera de los sistemas ya que los datos se guardan en tiempo real.
- Se recomienda un manejo confidencial de la información recolectada para evitar problemas de carácter legal o ético.
- Es aconsejable mantener actualizada la aplicación móvil para recibir los últimos cambios realizados en la misma.
- Para futuros desarrollos de aplicaciones móviles o sistemas web es recomendable el uso Firebase, ya que esta plataforma nos brinda varias herramientas que podemos aprovechar al máximo para el desarrollo, no solo la base de datos, además del servicio de hosting y autenticación entre otras utilidades.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] INEC, «Instituto Nacional de Estadísticas y Censos,» 5 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tras-las-cifras-de-quito>. [Último acceso: 12 Marzo 2020].
- [2] INEC, «Instituto Nacional de Estadísticas y Censos,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte>. [Último acceso: 12 Marzo 2020].
- [3] El Comercio, «El Comercio,» 21 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/congestion-vehicular-ranking-movilidad-amt.html>. [Último acceso: 12 Marzo 2020].
- [4] La Hora, «La Hora,» 13 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://lahora.com.ec/quito/noticia/1102272301/quito-todavia-no-es-amigable-para-una-movilidad-sostenible>. [Último acceso: 12 Marzo 2020].
- [5] Evaluando Software, «Evaluando Software,» 30 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.evaluandosoftware.com/la-geolocalizacion-funciona/>. [Último acceso: 30 Marzo 20].
- [6] Profile, «Profile,» 24 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://profile.es/blog/desarrollo-aplicaciones-web/>. [Último acceso: 2020 Marzo 20].
- [7] M. Garcia, «academia,» 1 Julio 2015. [En línea]. Available: USOS_Y_TIPOS_DE_APLICACIONES_MÓVILES. [Último acceso: 20 Marzo 2020].
- [8] J. Cuello, «Pensamiento Digital,» Junio 2013. [En línea]. Available: https://pensamientodigital.files.wordpress.com/2016/04/disenando_apps_para_moviles_cap-5.pdf. [Último acceso: 25 Marzo 2020].
- [9] N. G. P. T. P. P. Lisandro Delia, «Universidad Nacional de la Plata,» [En línea]. Available: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/32397/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 25 Marzo 2020].

- [10] extreme programming, «extreme programming,» 8 Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.extremeprogramming.org>. [Último acceso: 30 Marzo 2020].
- [11] S. R. Luis Ramirez, «Universidad Politécnica Salesiana,» Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13429/1/UPS%20-%20ST002923.pdf>. [Último acceso: 29 Marzi 2020].
- [12] L. Arhippainen y M. Tähti, «LiU Electronic Press,» [En línea]. Available: <https://ep.liu.se/ecp/011/007/ecp011007.pdf>. [Último acceso: 5 Abril 2020].
- [13] Universidad de Alicante, «Universidad de Alicante,» [En línea]. Available: <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>. [Último acceso: 5 Abril 2020].
- [14] eCityClic, «eCityClic,» 20 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.ecityclic.com/es/noticias/que-es-soa-o-arquitectura-orientada-a-servicios>. [Último acceso: 5 Abril 2020].
- [15] Visual Studio Code, «Visual Studio Code,» [En línea]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs>. [Último acceso: 6 Abril 2020].
- [16] Android Studio, «Android Studio,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>. [Último acceso: 6 Abril 2020].
- [17] Hostinger, «Hostinger,» 13 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-github/>. [Último acceso: 6 Abril 2020].
- [18] C. Azaustre, «Carlos Azaustre,» 9 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://carlosazaustre.es/empezando-con-angular-js>. [Último acceso: 7 Abril 2020].
- [19] Quality devs, «Quality devs,» 31 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.qualitydevs.com/2019/05/31/que-es-ionic-desarrollador-web/>. [Último acceso: 7 Abril 2020].
- [20] Firebase, «Firebase,» [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/database>. [Último acceso: 7 Abril 2020].

- [21] desarrolloweb.com, «desarrolloweb.com,» 2 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://desarrolloweb.com/articulos/introduccion-a-typescript.html>. [Último acceso: 7 Abril 2020].
- [22] npmjs, «npmjs,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.npmjs.com/package/@ionic-native/google-maps>. [Último acceso: 8 Abril 2020].
- [23] Acronis, «Acronis,» [En línea]. Available: <https://www.acronis.com/es-es/articles/google-cloud-platform/>. [Último acceso: 8 Abril 2020].
- [24] React, «React,» [En línea]. Available: <https://es.reactjs.org/>. [Último acceso: 9 Abril 2020].

6. ANEXOS

CÓDIGO DEL PROYECTO

- https://github.com/chalosalvador/Proyecto_BiciRuta.git
- https://github.com/SANMH/sistema_web_City_On_Bike

MANUAL DE USUARIO SISTEMA WEB

- <https://www.flipsnack.com/8D65E777C6F/manual-city-on-bike.html>

MANUAL TÉCNICO